

ABORDAJE DEL TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO EN PATOLOGÍA FORENSE**CRANIOCEREBRAL TRAUMA APPROACH IN FORENSIC PATHOLOGY**

Sousa L.
Especialista en Medicina Legal
Universidad FASTA. Mar del Plata.
Argentina.

Correspondencia: leandro-d-sousa@hotmail.com

Resumen: La presente investigación se realizó con el propósito de acreditar la Especialización en Medicina Legal. El Objetivo fue identificar los principales tipos de lesiones producidas en los traumas de cráneo en accidentes de tránsito con motovehículo, diferenciándolas por etiologías y su fisiopatología, según revistas reconocidas por la Comunidad Científica, determinando en cada caso si podrían ser prevenidas por el uso de casco protector. Se realizó una revisión de la literatura de documentos de sociedades científicas dedicadas a medicina forense, así como de revisiones sistemáticas y estudios científicos.

Palabras claves: Traumatismo de cráneo, accidentes de tránsito, casco.

Abstract: This research was conducted with the purpose of accrediting the Specialization in Legal Medicine. The objective was to identify the main types of injuries produced in skull traumas in motor vehicle traffic accidents, differentiating them by etiologies and their pathophysiology, according to journals recognized by the Scientific Community, determining in each case if they could be prevented by the use of a helmet protective. A review of the literature of documents of scientific societies dedicated to forensic medicine, as well as systematic reviews and scientific studies, was carried out.

Keywords: Skull trauma, traffic accidents, helmet.

INTRODUCCIÓN

En los países desarrollados los traumatismos constituyen la principal causa de muerte en menores de 40 años, siendo los traumatismos craneoencefálicos (TCE) responsables de la mitad de estas muertes. Sus causas más frecuentes son: accidentes de tránsito, caídas, agresiones, accidentes de trabajo, domésticos y deportivos ¹. En EE.UU. cada año se producen unas 52.000 muertes por TCE (18 por 100.000 habitantes). Entre los traumatizados craneales que no fallecen, se producen 100.000 casos que quedan con secuelas permanentes, de ellos 5.000 con epilepsia postraumática y 2.000 en estado vegetativo persistente ^{2,3}.

En Argentina el único estudio epidemiológico realizado hasta el momento reporta una tasa de incidencia de 322 TCE por 100.000 habitantes en el ámbito de la ciudad de Buenos Aires, con una mortalidad del 1,36%, elevándose a 15% en los traumatismos graves ⁴. La causa más frecuente de TCE en nuestro medio son los accidentes de tránsito, alcanzando casi el 40% del total, y dentro de ellos los que involucran a motocicletas constituyen el 9% del total, ascendiendo al 13% en menores de 40 años ⁴⁻⁵.

En este contexto, y a pesar de existir legislación que obliga a la utilización de medidas de seguridad durante la conducción de motovehículos, la prevalencia de uso de casco protector varía entre 16% y 80% en diferentes series. Una de ellas realizada en la ciudad de Mar del Plata durante el año 2006 evidencia que el 40% de los conductores lo utilizaron ⁵⁻⁷.

El TCE dentro del contexto de la Medicina Legal es un tema muy amplio, pues abarca todas sus áreas ⁸⁻¹¹. Puede ser tarea del médico legista evaluar si una secuela neurológica o incluso la muerte asociada a un TCE en un conductor

sin casco protector podría haber sido producida por el mismo impacto con las correctas medidas de protección, y esto utilizado por aseguradoras para determinar responsabilidades ante una demanda judicial. Si se conoce con exactitud la anatomía del cráneo y del encéfalo, y se reconocen los diferentes tipos de lesiones que se producen en ellos, se puede inferir el mecanismo de producción y en muchas ocasiones la manera de muerte¹²⁻¹³. Diferentes estudios epidemiológicos realizados en países emergentes indican que los accidentes de motocicleta corresponden entre el 13% y el 20% de los siniestros viales, y el riesgo de presentar lesiones en estos casos es entre 10 y 30 veces superior al caso de los automóviles. Esto se debe a que los mecanismos de seguridad pasiva de los automóviles (cinturón de seguridad, air bags, misma cabina del vehículo) son superiores a las de las motos, en las cuales el cuerpo está a la intemperie y expuesto a diferentes elementos traumatizantes⁵⁻⁷.

Esto se suma a que, si bien el uso de medidas de seguridad, especialmente el uso de casco protector, está legislado en la mayoría de los países, la tasa de uso de este elemento no es absoluta. La prevalencia de su uso varía alrededor del mundo; por ejemplo, la literatura muestra valores en países emergentes del 16.2% en Laos, el 40% en Argentina, el 48% en Camboya y el 88.7% en Malasia. Las variaciones se deben a factores culturales, socioeconómicos, ambientales, temporales y normativos propios de cada región⁵⁻⁷.

En cuanto al segmento corporal afectado, la cabeza es el más importante. Incluso en las lesiones caracterizadas como politraumatismos, lesiones en la cabeza o traumatismos intracraneales están siempre presentes. También es la causa más frecuente de mortalidad, llegando al 55% de las causas de defunciones por este tipo de accidentes¹⁵.

Respecto al uso del casco en los lesionados, en un estudio que se realizó en motociclistas alemanes se indica que el 72.5% no usaban casco. Sin embargo, el estudio muestra que los motociclistas sufrieron lesiones en la cabeza en proporción del 70% para los que no usaron casco y del 45% para los que sí; a diferencia de los resultados donde se obtuvieron proporciones del 18.52 y el 9.70%, respectivamente¹⁴.

La serie más grande realizada que compara lesionados según tengan o no casco protector colocado, incluyó a 972 accidentados. De estos, el 20% del primer grupo presentaron lesión neurológica, contra el 47% del segundo grupo, y la mortalidad fue del 1,9% contra el 5,9% respectivamente en cada grupo¹⁶.

En algunas series se discrimina la frecuencia de lesiones intracraneales según la presencia o ausencia de casco, observando que la incidencia de fracturas de cráneo, contusiones cerebrales y hematomas extradurales disminuye marcadamente con el uso de medidas de protección, sin embargo en otras lesiones, especialmente el daño axonal difuso, la incidencia no disminuye tanto¹⁷.

El traumatismo cráneo encefálico (TCE) se definiría desde la Medicina Legal, como aquella energía o fuerza externa que actúa sobre la cabeza y su continente, con el consiguiente advenimiento de lesiones anatómicas (traumatismo) y alteraciones funcionales. En la jerga médica a pesar de que “traumatismo” sería el término adecuado para hablar sobre las consecuencias del trauma, se utiliza la palabra “trauma” para designarlo. No siempre que ocurre un TCE se va a dar algún tipo de lesión externa. Varios autores incluso afirman que en algunas autopsias se revelan mínimos cambios externos en la cabeza y posteriormente se observan severas lesiones intracerebrales como consecuencia de la energía externa aplicada¹⁰.

Son varias las fuerzas generadoras de TCE y su entendimiento puede resultar de alta complejidad pero imprescindible para el trabajo médico legal. A continuación se revisarán los principales, considerando tres tipos de mecanismos de trauma^{8,9}: El primer tipo es *El trauma directo*: que es producido cuando un objeto actúa contra la cabeza inmóvil o cuando la cabeza en movimiento choca contra un objeto inmóvil (como se ve en las caídas o precipitaciones). Así se producen fracturas de cráneo, contusiones cerebrales o hematomas extradurales, por ejemplo. Otro tipo es el de

Aceleración - Desaceleración: El cerebro, al tener diferentes densidades, no se mueve a la misma velocidad que el cráneo cuando hay un movimiento de aceleración-desaceleración, ocurriendo un retardo en el movimiento de algunas partes del mismo. Se podría producir un daño axonal difuso, por ejemplo.

Una clasificación útil de los TCE es la que incide en un factor fundamental del mecanismo de producción, como es la existencia o no de impacto sobre la cabeza, es la siguiente^{12,13}:

o LESIONES POR IMPACTO. Las lesiones resultan del contacto de la cabeza con un objeto.

- Lesiones de partes blandas (erosiones, heridas, etc.)
- Fracturas craneales
- Contusiones cerebrales
- Hematomas epidurales
- Hemorragias intraparenquimatosas.

Lesiones por aceleración/desaceleración.

Sin contacto de la cabeza con un objeto.

- Daño axonal difuso o lesión axonal difusa
- Hematomas subdurales
- Hemorragia subaracnoidea
- Contusiones por deslizamiento (*Gliding contusions*).

Dentro del primer grupo, las lesiones más frecuentes de encontrar son las fracturas de cráneo, tanto de tabla interna como externa, así como las contusiones hemorrágicas, las cuales están asociadas a un impacto de la cabeza, por lo que encontraremos estas lesiones bajo el punto del impacto. Se produce por un desplazamiento tisular rápido, además de la ruptura de los vasos cerebrales, que generan hemorragia y edema.

Dentro del segundo grupo la más importante en cuanto a frecuencia y severidad es el daño axonal difuso (DAD), producido por la alteración de la integridad y capacidad funcional de los axones, de los cuales algunos se logran recuperar y otros no, producto del movimiento de una zona del cerebro con respecto a otra. La aceleración angular (movimiento de giro) producido durante la aceleración y desaceleración, causando tensión de cizallamiento y la tensión en las fibras nerviosas, da como resultado alteraciones del citoesqueleto, explicando la ruptura de los axones y la aparición del DAD. Esta lesión se manifiesta con un coma de inicio inmediato tras el trauma, en algunas ocasiones el coma tiene una duración mayor a 6 horas (coma prolongado) sin encontrarse alguna otra lesión.

El Objetivo de esta investigación fue Identificar los principales tipos de lesiones producidas en los traumas de cráneo en accidentes de tránsito con motovehículo, diferenciándolas por etiologías y su fisiopatología, según revistas reconocidas por la Comunidad Científica, determinando en cada caso si podrían ser prevenidas por el uso de casco protector.

DESARROLLO

Se realizó una revisión de la literatura de documentos de sociedades científicas dedicadas a medicina forense, así como de revisiones sistemáticas y estudios científicos.

En primer lugar se llevó a cabo una búsqueda en *Google Scholar* de documentos y guías de práctica clínica publicados por diferentes sociedades y asociaciones profesionales tanto en Argentina como en el contexto internacional sobre TCE en Medicina Forense. Esta búsqueda se hizo tanto en español como en inglés. Para la búsqueda de estudios originales se consultó la bases de datos *Pubmed*, mediante las siguientes ecuaciones de búsqueda: ("*Brain Injuries*,

Traumatic"[Mesh]) AND "*Forensic Medicine*"[Mesh]) y ("*Brain Injuries, Traumatic*"[Mesh]) AND "*Head Protective Devices*" [Mesh] AND "*Accidents, Traffic*" [Mesh]). No se limitó por año de publicación. Se analizaron además las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados con el fin de rescatar otros estudios potencialmente incluíbles para la revisión. Dichos artículos fueron localizados a través de *Pubmed*, y de *Google Scholar*.

En la búsqueda de literatura se incluyó todo tipo de documentos aportados por las diferentes sociedades y asociaciones profesionales que hacían recomendaciones sobre TCE. Respecto a las revisiones sistemáticas y los estudios científicos se aplicó como criterio de inclusión que los estudios incorporaran conclusiones sobre mecanismos fisiopatológicos de lesiones intracraneales. El principal criterio de exclusión fue que los artículos no incluyeran información sobre fisiopatología y su asociación con medicina forense. Se introdujo como límite que la lengua de los estudios fuera inglés o español.

Tras la búsqueda inicial se localizaron 138 estudios, 120 de la primera búsqueda y 18 de la segunda, aunque se excluyeron 108 que no fueron relevantes para el objetivo de esta revisión (100 de la primera búsqueda y 8 de la segunda). Para proceder a la selección se revisaron los abstracts y en caso necesario los artículos completos con el fin de decidir si la información que contenían estaba o no relacionada con nuestro objetivo.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se realiza una comparación de los estudios analizados.

Autor	Nombre de la Investigación	Año	Objetivo	Tipo de estudio	Tipo de diseño	Muestra (n)	Resultados	Conclusión
Daverio et al	Helmet use in preventing acute concussive symptoms in recreational vehicle related head trauma	2017	Investigar si el uso del casco se asocia con una reducción en los síntomas agudos de conmoción cerebral en niños con TC relacionada con motovehículos	Descriptivo	Transversal, prospectivo	230	Los pacientes sin casco presentaron más: dolor de cabeza (aOR 2.54, IC 95% 1.27–5.06), vómitos (aOR 2.16, IC 95% 1.00–4.66), comportamiento anormal (aOR 2.34, IC 95% 1.08–5.06); o la presencia de al menos un síntoma de conmoción cerebral (aOR 2.39, IC del 95%: 1,20–4,80)	Los pacientes que acudieron a la sala de emergencias después de un TC secundario a accidente con motovehículo, con uso de casco, se asociaron con menos síntomas de conmoción cerebral aguda.
Carone et al	Cycling Related Traumatic Brain Injury Requiring	2019	Comparar la población de jóvenes que usaban cascos mientras	Descriptivo	Longitudinal, prospectivo	28	De 28 casos, 22 ingresaron por lesiones en la cabeza. Ninguno llevaba casco. 23/133 de	Entre los jóvenes ingresados en una Unidad de Cuidados Críticos con TC

	Intensive Care: Association with Non-Helmet Wearing in Young People		andaban en bicicleta, con los admitidos con lesiones graves en la cabeza tras accidente de ciclismo en una unidad de cuidados críticos.				los alumnos evaluados en la escuela llevaban casco. La población de cuidados intensivos tenía significativamente menos probabilidades de usar casco que la población general.	relacionado con el ciclismo, se observa una menor probabilidad de uso de casco, estadísticamente significativa, en comparación con un grupo de similares características demográficas.
Berrones et al	Análisis de los accidentes y las lesiones de los motociclistas en México.	2017	Analizar el tipo de lesiones, las características y la distribución geográfica de los accidentes ocurridos a motociclistas en México	Descriptivo	Transversal, retrospectivo	13722	De los lesionados, el 55.1% de las defunciones fueron debidas a TC, solo el 16.6% usaron casco y los que no lo portaban tuvieron 2.11 ([OR]:2.1; intervalo de confianza del 95% [IC 95%]: 1.8-2.4) veces mayor probabilidad de lesión en la cabeza.	A pesar de los avances en materia de seguridad vial, los accidentes en motocicleta continúan en aumento y la prevalencia del uso de casco es baja.
Hsieh et al	Motorcycle-related hospitalizations of the elderly	2017	Investigar el patrón de lesión, los mecanismos, la severidad y la mortalidad de adultos hospitalizados para tratamiento de traumas tras accidentes de motocicleta.	Descriptivo	Transversal, retrospectivo	972	Un porcentaje significativo de los conductores de motocicletas de edad avanzada no llevan casco. En comparación con los pacientes que lo habían usado, los pacientes que no lo habían usado Tuvieron un puntaje menor en la escala de coma de Glasgow (GCS), tuvieron un hematoma subdural, hemorragia subaracnoidea,	Los motociclistas de edad avanzada tienden a presentar una mayor gravedad de lesiones, peor desenlace, y un patrón de lesiones corporales diferente al de los conductores de motocicletas jóvenes, lo que indica la necesidad de enfatizar el uso de equipos de protección,

							contusión cerebral, y tuvieron una estancia hospitalaria más prolongada y una mayor mortalidad, y requirieron ingreso en la UCI.	especialmente cascos.
Whyte et al	Mechanisms of Head and Neck Injuries Sustained by Helmeted Motorcyclists in Fatal Real-World Crashes: Analysis of 47 In-Depth Cases	2016	Analizar investigaciones de choques de motociclistas con casco fatalmente heridos en Adelaide, entre 1983 y 1994 inclusive, para revisar los patrones de lesiones de cabeza y cuello que resultaron de los tipos específicos de impacto.	Descriptivo	Transversal, retrospectivo	47	La lesión cerebral inercial se mantuvo en el 49% de los casos examinados. La lesión focal cerebral y del tronco cerebral también fue común (53%) y se asoció con fracturas de bóveda (11/12) y de la base del cráneo (22/31).	Los cascos de motocicleta son efectivos para prevenir las fracturas del cráneo en los impactos para los cuales están diseñados, mientras que otras lesiones graves como la fractura de base de cráneo (BSF) y la lesión cerebral inercial.

Tabla 1

En la Tabla 2 se resumen los datos recogidos en cada uno de los estudios epidemiológicos realizados.

		Daverio 2017	Carone 2019	Berrones 2017	Hsieh 2017	Whyte 2016
n		230	28	13722	972	47
TCE (%)	C/C	82	75	17	86	100
	S/C	18	25	83	14	0
Mortalidad (%)	C/C	3	2,4	5	1,9	100
	S/C	13	9	12	5,9	0
Fractura de cráneo (%)	C/C	S/D	S/D	0	3,6	53
	S/C	S/D	S/D	3	5,2	0
Hematoma extradural (%)	C/C	S/D	S/D	0,4	2,3	0
	S/C	S/D	S/D	1	4,4	S/D

Hematoma	C/C	S/D	S/D	0,5	11,1	0
Subdural (%)	S/C	S/D	S/D	1,5	31,9	S/D
Hemorragia	C/C	S/D	S/D	0	2,4	0
intracerebral (%)	S/C	S/D	S/D	1,3	5,2	S/D
Daño Axonal	C/C	S/D	S/D	2	S/D	49
Difuso (%)	S/C	S/D	S/D	4	S/D	S/D

Tabla 2

Abreviaturas: C/C, con casco; S/C, sin casco; S/D, sin datos.

Hay acuerdo entre los diferentes autores en estudios observacionales realizados en diferentes países en que la utilización de casco es variable, entre el 14% y el 83 % en diversas series. Sin embargo en estudios epidemiológicos realizados en países emergentes los valores se acercan a los inferiores dentro de ese rango ²⁻⁷.

Diferentes autores coinciden en que la mortalidad ante TCE en motociclistas es mayor entre aquellos que no tienen casco colocado, aunque esto no desciende a 0 cuando utilizan esta medida de protección, siendo entre 2% y 5% en las series analizadas, exceptuando el estudio de Whyte et al, en el cual se incluyeron 47 motociclistas con TCE y fallecidos, todos ellos utilizaron casco¹⁵.

En el último estudio citado se observa que ninguno de los casos analizados presentaron lesiones por impacto directo, sí presentando lesiones por aceleración/desaceleración (estudiándose el daño axonal difuso). En el resto de los estudios las lesiones por impacto directo son más frecuentes en la población que no usa casco, llegando a no observarse en ninguno de los accidentados que utilizaban la medida de protección en el estudio de mayor muestra⁵.

CONCLUSIONES

En nuestro medio los TCE son muy frecuentes llegando a una incidencia de 332 casos por 100 mil habitantes al año, y dentro de ellos, la causa más frecuente son los accidentes de tránsito. Dentro de ellos, los que ocurren con motociclistas son los que se asocian a mayor morbilidad y mortalidad, por dos razones principales. Una de ellas es ocasionada por factores inherentes a la seguridad del vehículo, como la carrocería, que es un factor protector de los automovilistas y no de los motociclistas. El otro factor depende exclusivamente de los conductores de los motovehículos, y es la falta de utilización de medidas de seguridad, específicamente el casco, que llega al 60% en un estudio epidemiológico realizado en la ciudad de Mar del Plata. Esto se replica en otros lugares del mundo, a pesar de frecuentes campañas de sensibilización y legislación que sanciona su falta de uso.

Las lesiones neurológicas que podría presentar una persona que sufre un accidente en motovehículo pueden ser muy variadas, incluso sumarse entre ellas, tanto las que se producen por impacto directo, como las fracturas de cráneo, así como las producidas por aceleración/desaceleración, sin implicar impacto directo, como el daño axonal difuso.

Estas lesiones pueden producirse en personas accidentadas, ya sea que tengan casco colocado o no, sin embargo está ampliamente aceptado en la comunidad científica que la utilización de esta medida de seguridad reduce notoriamente la morbilidad y la mortalidad, especialmente por reducir las lesiones por impacto directo. Sin embargo, las lesiones producidas por el mecanismo de aceleración/desaceleración pueden producirse igualmente entre conductores con casco colocado, sumando tanto mortalidad como morbilidad.

Esto es importante conocerlo ya que, en el campo de la Medicina Forense, podría ocurrir que ante un lesionado cerebral por TCE en el contexto de conducción vehicular, se intente trasladar la responsabilidad de la secuela

neurológica al propio lesionado por parte de una aseguradora por la inadecuada utilización de las medidas de seguridad. Esta suposición podría ser una falacia, ya que ante algunos tipos de lesiones, éstas podrían haberse producido en forma similar, incluso con el uso de casco.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pfeifer R, Tarkin IS, Rocos B, Pape HC. Patterns of mortality and causes of death in polytrauma patients—has anything changed? *Injury* 2009 Sep; 40(9):907–11.
2. Andersson, EH, Bjorklund, R, Emanuelson, I, Stalhammar, D: Epidemiology of traumatic brain injury: a population based study in western Sweden. *Acta Neurol Scand.* 2003; 107: 256-259.
3. Meerhoff, SR, de Kruijk, JR, Rutten, J, Leffers, P, Twijnstra, A: Incidente of traumatic head or brain injuries in catchment area of Academic Hospital Maastricht in 1997. *Ned Tijdschr Geneesk.* 2000; 144:1915-1918. (Abstract).
4. Marchio PS, Previgliano IJ, Goldini CE, Murillo Cabezas F. Traumatismo craneoencefálico en la ciudad de Buenos Aires: estudio epidemiológico prospectivo de base poblacional. *Neurocirugía* 2006; 17: 14-22.
5. Berrones Sanz LD. Análisis de los accidentes y las lesiones de los motociclistas en México. *Gac Med Mex* 2017; 153: 662-671.
6. Ledesma RD, Peltzer RI. Helmet use among motorcyclists; observational study in the city of Mar del Plata, Argentina. *Rev Saude Publica* 2008; 42: 143-145.
7. Bavhani AM, Branching C, Ear C, et al. Trends in prevalence, knowledge, attitudes and practices of helmet use in Cambodia: results from a two years study. *Injury* 2013; 44: S31-37.
8. Reis C, Wang Y, Akyol O, Mann Hoo W, Applegate R, Stier G, et al. What's New in Traumatic Brain Injury: Update on Tracking, Monitoring and Treatment. *Int J Mol Sci* 2015, 16: 11903-11965.
9. Vilardell, J. Valoración médico-legal de la secuelas derivadas de traumatismos craneoencefálicos moderados-graves. *Rev Clin Esp* 2007, 11, 566-569.
10. Ruff R. Best practice guidelines for forensic neuropsychological examinations of patients with traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 2009; 24: 131-140.
11. Pearl GS. Traumatic Neuropathology. *Clin Lab Med* 1998; 18: 39-64.
12. Rando, P. Patología forense y neurología asociada de los traumatismos craneoencefálicos. Estudio práctico. *Cuadernos de Medicina Forense* 2008; 12, 52-60.
13. Lucena Romero J, Subirana Domenech R, Planchat Teruel LM, Fuentes AC. Valoración médico forense del daño cerebral traumático. *Revista Española de Neuropsicología* 2003; 1, 95-130.
14. Otte D, Jessl P, Suren EG. Impact points and resultant injuries to the head of motorcyclists involved in accidents, with and without crash helmets. *Proceedings of the 1984 International Conference on the Biomechanics of Impacts.* The Netherlands, 4-6th 1984.
15. Whyte T, Gibson T, Anderson R, et al. Mechanisms of Head and Neck Injuries Sustained by Helmeted Motorcyclists in Fatal Real-World Crashes: Analysis of 47 In-Depth Cases. *Journal of Neurotrauma* 2016; 33: 19.
16. Carone L, Ardley R, Davies P. Cycling Related Traumatic Brain Injury Requiring Intensive Care: Association with Non-Helmet Wearing in Young People. *Injury* 2019; 50(1): 61-64.
17. Hsieh CH, Liu HT, Hsu, HY, et al. Motorcycle-related hospitalizations of the elderly. *Biomedical Journal* 2017; 40: 121-128.
18. Daverio M, Babl FE, Barker R, et al. Helmet use in preventing acute concussive symptoms in recreational vehicle related head trauma. *Brain Injury* 2018; 32: 335-341.